



# 8 Congresso Nacional de Geomorfologia

*Geomorfologia 2017*

Livro de Atas

4 - 7 Outubro de 2017 | Faculdade de Letras da Universidade do Porto

## **Associação Portuguesa de Geomorfólogos**

Departamento de Geografia - FLUP, Via Panorâmica, S/N 4150-564 Porto

Email: [apgeom.dir@apgeom.pt](mailto:apgeom.dir@apgeom.pt)

**Título:** 8º Congresso Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia 2017

**Editor:** Associação Portuguesa de Geomorfólogos

**Comissão Redactorial:** António Alberto Gomes, José Teixeira e Laura Soares

**Fotografia de Capa:** Frecha da Mizarela e vale do Caima, Arouca (José Teixeira, Outubro de 2017)

**Capa:** Claudia Manuel

**Composição e Edição:** Claudia Manuel, Márcia Martins, Eva Calicis

**ISBN:** 978-989-96462-7-8

**Depósito Legal:**

Porto, Outubro de 2017

## **8º Congresso Nacional de Geomorfologia - Geomorfologia 2017**

### **Comissão Científica:**

Ana Paula Ribeiro Ramos Pereira, Carlos Valdir de Meneses Bateira, Diamantino Manuel Insua Pereira e Lúcio José Sobral da Cunha

### **Comissão Organizadora:**

Alberto Gomes, José Teixeira, Laura Soares, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Luca Dimuccio, Carlos Bateira, Claudia Manuel, Márcia Martins, Marta Araújo, António Silva e Eva Calicis

### **Apoios:**



Centro de Estudos Geográficos  
IGOT - UNIVERSIDADE DE LISBOA



POCI-01-0145-FEDER-006891



Cofinanciado por:



## A evolução temporal dos tipos de inundações com danos humanos no concelho de Lisboa (1865-2010)

### *The temporal evolution of types of flooding with human damages in the Lisbon municipality (1865-2010)*

M. Leal<sup>1</sup>\*, C. Ramos<sup>1</sup>, S. Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Centro de Estudos Geográficos. Edifício IGOT Rua Branca Edmée Marques 1600-276 Lisboa  
\*mleal@campus.ul.pt

**Palavras-chave:** neotectónica; morfotectónica; métodos geomorfométricos; Ambientes cratónicos.

**Key-words:** neotectonic; morphotectonic; geomorphometric methods; cratonic environments.

### RESUMO

Este trabalho pretende compreender a evolução temporal das cheias e inundações que causaram danos humanos (mortos, evacuados e desalojados) no concelho de Lisboa entre 1865 e 2010. Os danos humanos foram associados a dois tipos de inundações: cheias rápidas e inundações relacionadas com a antiga rede de drenagem natural (FREN, *flooding related to ancient natural drainage network*). Inicialmente foi realizada a georreferenciação precisa das ocorrências de cheias e inundações presentes na base de dados DISASTER e a reconstrução da rede hidrográfica de Lisboa, utilizando mapas topográficos dos séculos XIX e XX (escalas 1:10 000 e 1:25 000). Em termos temporais foram identificados três períodos no que concerne ao número total de ocorrências e ao predomínio do tipo de inundações (antes, durante e depois da canalização subterrânea da maioria dos cursos de água).

No concelho de Lisboa foram registadas 134 ocorrências DISASTER de cheias e inundações em 146 anos, das quais 31% foram causadas por cheias rápidas e 43% por FREN. Os danos humanos diferem em função do tipo de inundações. Na mortalidade, 70% dos casos estão associados a cheias rápidas e 10% a FREN, enquanto em relação aos evacuados e desalojados as FREN abrangem mais de 60% destes danos humanos. Neste trabalho concluiu-se que as cheias rápidas que causaram danos humanos deixaram de existir em Lisboa na década de 1960, mas o seu potencial destruidor é superior ao das FREN.

### INTRODUÇÃO

As inundações são consideradas um dos processos naturais mais perigosos e destrutivos na região do Mediterrâneo (Llasat et al. 2009; Llasat et al. 2010; Camarasa-Belmonte and Soriano-García 2012; Ruiz-Bellet et al. 2015; Pereira et al. 2017), capazes de produzir inúmeros danos humanos. No entanto, estes tendem a diminuir à medida que as sociedades se tornam mais desenvolvidas, (Jha et al. 2012; Hoeppe 2016).

Em áreas urbanizadas é frequente não existirem linhas de água à superfície (excepto no caso dos grandes rios), sendo canalizadas subterraneamente ou enterradas ao longo do tempo. Por este motivo, as cidades são predominantemente afectadas por inundações urbanas, que são mais recorrentes do que as cheias rápidas,

embora menos destrutivas (Rudari et al. 2014). Também no concelho de Lisboa o contexto hidrológico foi sendo alterado com o crescimento da sua área edificada e com as opções de ordenamento do território tomadas sobretudo durante o século XX.

Os principais objectivos deste trabalho são os seguintes: 1) análise da evolução temporal das cheias e inundações que geraram danos humanos no concelho de Lisboa (1865-2010); 2) definição da importância das cheias rápidas e das FREN ao longo do tempo; e 3) determinação dos danos humanos (mortos, evacuados e desalojados) causados por ambas.

### ÁREA DE ESTUDO

O concelho de Lisboa possui uma área de 85 km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 3% da Área Metropolitana de Lisboa (AML). Mais de 70% da sua superfície está ocupada por áreas edificadas, sendo o município mais urbanizado da AML. Entre 1878 e 2015, o número de habitantes na capital portuguesa aumentou de 190 311 para 506 892, atingindo o seu pico em 1980 (802 230 habitantes).

Em Lisboa, a altitude varia entre 0 metros (junto ao rio Tejo) e 227 metros (na serra de Monsanto). O concelho é drenado por um conjunto de pequenas bacias hidrográficas (algumas das quais iniciam-se nos concelhos vizinhos), cujas áreas variam entre 42 km<sup>2</sup> (bacia da ribeira de Alcântara) e menos de 1 km<sup>2</sup>. Com excepção de alguns sectores de montante, todos os cursos de água foram progressivamente canalizados subterraneamente ou enterrados, principalmente durante as décadas de 40, 50 e 60 do século XX.

### DADOS E METODOLOGIA

A base de dados DISASTER (Zêzere et al. 2014) forneceu a informação sobre as ocorrências de cheias e inundações que provocaram danos humanos (mortos, evacuados e desalojados) no concelho de Lisboa. Esta base de dados foi elaborada para Portugal Continental, tendo por base a pesquisa em jornais diários e semanários entre 1865 e 2010. No caso de Lisboa, as notícias de jornais provêm não só do Diário de Notícias, mas também do jornal O Século, Jornal de Notícias e o Primeiro de Janeiro.

Considerando que não há registo de cheias no rio Tejo na base de dados DISASTER que tenham provocado danos humanos em Lisboa, neste estudo são analisados apenas dois tipos de inundações que causaram ocorrências DISASTER: cheias rápidas e FREN (acrónimo do inglês *flooding related to the ancient natural drainage network*). Todas as inundações que ocorrem em locais onde existem cursos de água (canalizados subterraneamente) ou existiram cursos de água são assim consideradas FREN.

Tendo em conta a escala de análise deste trabalho e a necessidade de garantir uma localização precisa das ocorrências DISASTER, a sua georreferenciação foi revista e actualizada. Esta tarefa e a identificação do tipo de inundações associada a cada ocorrência DISASTER foram efectuadas com recurso a uma análise detalhada das descrições dos jornais (exemplos: nomes de ruas ou de cursos de água e pontos de referência); análise do contexto hidro-geomorfológico (leitos de cheia, fundos de vale e depressões topográficas) e geológico (aluviões); e na reconstrução da rede hidrográfica de Lisboa através da consulta de mapas topográficos dos séculos XIX e XX (escalas 1:10 000 e 1:25 000). A utilização destas cartas permitiu determinar igualmente as datas/períodos em que os cursos de água foram canalizados subterraneamente.

## RESULTADOS

Entre 1865 e 2010 foram registadas 134 ocorrências DISASTER relacionadas com cheias/inundações em Lisboa, correspondendo a 34% das ocorrências da AML.

É possível identificar três períodos em função das datas da canalização subterrânea da maioria dos cursos de água na capital: 1) 1865-1940 (antes); 2) 1941-1970 (durante); e 3) 1971-2010 (depois). Em termos temporais, não existe qualquer tendência relativamente ao número anual de ocorrências DISASTER em Lisboa. No entanto, nos três períodos identificados existem realidades distintas.

No período de 1865 a 1940 registaram-se ocorrências DISASTER em 1/3 dos anos (0,9 ocorrências por ano). Grande parte deste período foi marcada pela instabilidade política vivida em Portugal nas últimas décadas da monarquia e no início da república até ao golpe de estado de 1926. Isto levou a que fosse dada menos atenção pelos jornais aos fenómenos naturais. Também a menor população residente (e exposta a cheias/inundações) comparativamente à actual pode explicar os números apresentados.

O período de 1941 a 1970 registou ocorrências DISASTER em 63% dos anos e o dobro das ocorrências por ano (1,8) em relação ao período anterior. O aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial, fruto do crescimento das áreas edificadas, assim como o incremento da exposição, devido ao progressivo crescimento da população, justificam o aumento das ocorrências DISASTER. Este período abrange a cheia rápida de Novembro de 1967, considerada a mais mortífera em Portugal nos últimos 150 anos.

O terceiro período (1971-2010) registou apenas ocorrências em 20% dos anos e uma diminuição do número ocorrências anuais (0,4), que pode ser justificado por intervenções na rede de drenagem das principais ribeiras da cidade e por melhorias na construção das habitações.

No concelho de Lisboa, 31% das ocorrências foram causadas por cheias rápidas e 43% por FREN (as restantes referem-se a inundações não relacionadas com a antiga rede hidrográ-

fica). A importância destes dois tipos de inundações varia ao longo do tempo (figura 1). As cheias rápidas tiveram uma maior relevância durante o primeiro período, representando quase metade do total das ocorrências. As FREN surgiram ainda nesse período, muito localizadas na baixa e nas áreas mais antigas da cidade, onde os cursos de água já tinham sido previamente canalizados ou enterrados. Com o início de intervenções estruturais semelhantes nas restantes linhas de água a partir dos anos 40 do século XX, este tipo de inundação assumiu um predomínio cada vez mais significativo nos dois períodos seguintes (55% e 80% do total, respectivamente).

O segundo período marcou de forma clara a alteração da predominância das cheias rápidas para as FREN. Enquanto as cheias rápidas praticamente estabilizaram, as FREN acentuaram o seu crescimento (Figura 1). Em 1967, devido ao evento extremo de precipitação que afectou a AML, provocando enormes danos humanos, verificou-se a inversão entre os dois tipos de inundação (figura 1a). Na verdade, a última ocorrência DISASTER causada por cheias rápidas em Lisboa ocorreu em 1966. Isto significa que nem mesmo um evento extremo de precipitação foi capaz de provocar cheias rápidas com danos humanos, apesar de, nessa altura, ainda existirem sectores não canalizados subterraneamente. Nas décadas seguintes houve um notório abrandamento no número de ocorrências DISASTER, continuando a registar-se, no entanto, situações causadas por FREN.

É importante relembrar que, apesar de ambas afectarem, genericamente, as mesmas áreas (em décadas diferentes), as cheias rápidas e as FREN têm características e consequências distintas. Entre 1865 e 2010 registaram-se dez mortes associadas a cheias/inundações em Lisboa, sendo que sete foram causadas por cheias rápidas e apenas uma por FREN. Registaram-se igualmente 490 evacuados (24% devidos a cheias rápidas e 63% a FREN) e 663 desalojados (38% devidos a cheias rápidas e 62% a FREN). No total, as cheias e inundações afectaram 1163 pessoas no concelho de Lisboa (33% devidos a cheias rápidas e 62% a FREN).

O padrão de evolução temporal do número de afectados é semelhante ao das ocorrências DISASTER (figuras 1a e 1b).

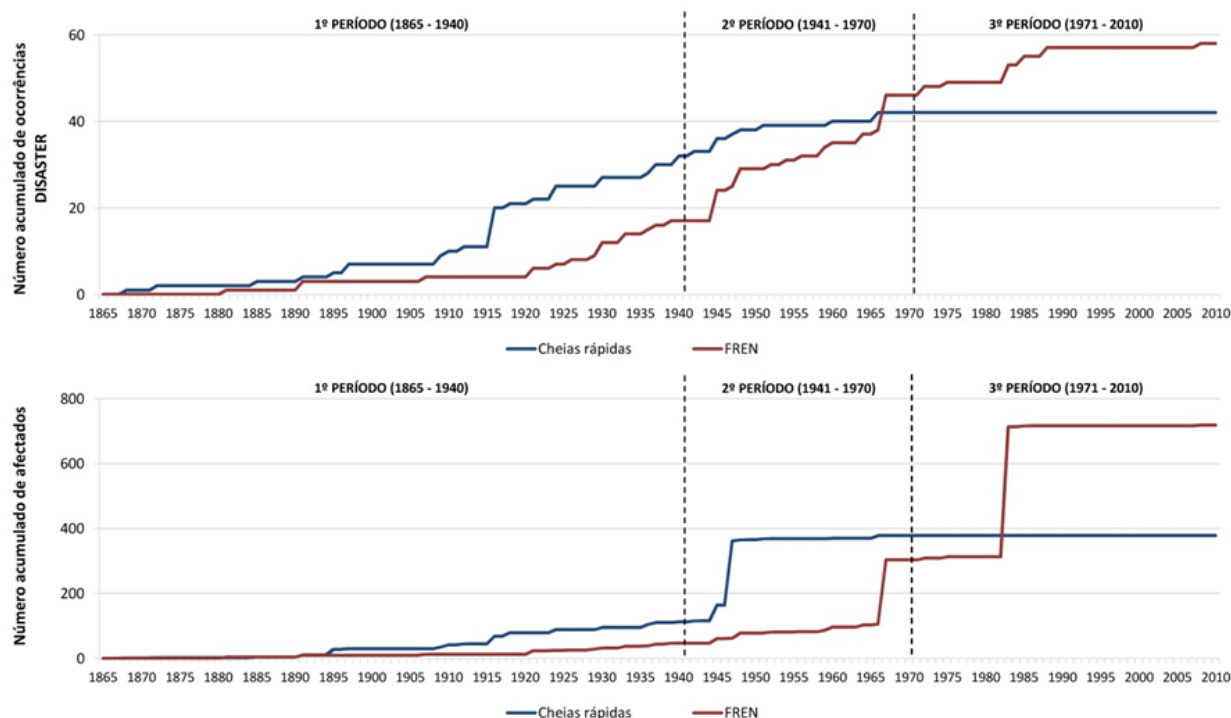


Figura 1. Número acumulado de ocorrências Disaster (a) e número acumulado de afectados (b) por tipo de inundação (1865-2010)

No entanto, o efeito de dois eventos extremos de precipitação (1967 e 1983) é significativamente mais visível neste âmbito (figura 1b). No caso das FREN, o número de afectados causados pelos dois eventos (597) representa 83% do total dos afectados por FREN. Isto significa que, este tipo de inundação dificilmente causa mortes, mas, durante o período de tempo analisado, foi capaz de provocar outro tipo de danos humanos, especialmente quando ocorrem eventos extremos de precipitação. Contudo, há que referir que não houve registo de danos humanos em Lisboa durante um evento de precipitação com características semelhantes, ocorrido em 2008. Percebe-se assim que actualmente é pouco provável a existência de danos humanos causados por inundações no concelho de Lisboa.

## CONCLUSÕES

A canalização subterrânea da maioria dos cursos de água de Lisboa, ocorrida nas décadas de 1940, 1950 e 1960, alterou significativamente as características das inundações e, consequentemente, os danos humanos que estas são capazes de desencadear. Com o progressivo desaparecimento das linhas de água à superfície, as cheias rápidas tornaram-se inexistentes, sendo substituídas por FREN. Este é um tipo de inundação com um menor potencial destruidor quando comparado com as cheias rápidas, tal como mostra o menor número de mortes associado.

Durante o primeiro período (1865-1940) registou-se um número relativamente baixo de ocorrências DISASTER, sendo a maioria causada por cheias rápidas. O segundo período (1941-1970) é claramente distinto, pois foi registado um número de ocorrências DISASTER significativamente superior, verificando-se uma progressiva substituição das cheias rápidas por FREN. Em 1967, o número acumulado de ocorrências DISASTER causadas por FREN ultrapassou o das cheias rápidas, marcando a inversão no padrão de domínio em Lisboa. Nas últimas quatro décadas, o número de ocorrências DISASTER diminuiu, no entanto, continuaram a registar-se ocorrências causadas por FREN.

## AGRADECIMENTOS

Miguel Leal foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através da bolsa SFRH/BD/96632/2013. Susana Pereira foi financiada por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no quadro do projecto FORLAND – Riscos hidro-geomorfológicos em Portugal: forçadores e aplicações ao ordenamento do território (PTDC/ATP-GEO/1660/2014).

## REFERÊNCIAS

- Camarsa-Belmonte A.M. e Soriano-García J. 2012. Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). *Landsc Urban Plan*, 104:189–200. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.10.009
- Hoeppel P. 2016. Trends in weather related disasters - Consequences for insurers and society. *Weather Clim Extrem*, 11:70–79. doi: 10.1016/j.wace.2015.10.002
- Jha A.K.; Bloch R. e Lamond J. 2012. *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*. World Bank. ISBN: 978-0-8213-8866-2
- Llasat M.C.; Llasat-Botija M.; Barnolas M.; López, L. e Altava-Ortiz, V. 2009. An analysis of the evolution of hydrometeorological extremes in newspapers: the case of Catalonia, 1982-2006. *Nat Hazards Earth Syst Sci* 9:1201–1212. doi: 10.5194/nhess-9-1201-2009
- Llasat M.C.; Llasat-Botija M.; Prat M. A.; Porcú, F.; Price C.; Mugnai A.; Lagouvardos, K.; Kotroni, V.; Katsanos, D.; Michaelides, S.; Yair, Y.; Savvidou, K. e Nicolaides, K. 2010. High-impact floods and flash floods in Mediterranean countries: the FLASH preliminary database. *Adv Geosci* 23:47–55. doi: 10.5194/adgeo-23-47-2010
- Oliveira P.E. e Ramos C. 2002. Inundações na cidade de Lisboa durante o século XX e seus factores agravantes. *Finisterra* 74: 33–54. doi:10.18055/Finis1589
- Pereira S.; Diakakis M.; Deligiannakis G. e Zêzere J.L. 2017. Comparing flood mortality in Portugal and Greece (Western and Eastern Mediterranean). *Int J Disaster Risk Reduct* 22: 147–157. doi: 10.1016/j.ijdrr.2017.03.007
- Rudari R.; Gabellani S. e Delogu F. 2014. A simple model to map areas prone to surface water flooding. *Int J Disaster Risk Reduct* 10:428–441. doi: 10.1016/j.ijdrr.2014.04.006
- Ruiz-Bellet J.L.; Balasch J.C.; Tuset J.; Barriados, M.; Mazon, J. e Pino D. 2015. Historical, hydraulic, hydrological and meteorological reconstruction of 1874 Santa Tecla flash floods in Catalonia (NE Iberian Peninsula). *J Hydrol* 524: 279–295. doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.02.023
- Zêzere J.L.; Pereira S.; Tavares A.O.; Bateira, C.; Trigo, R. M.; Quaresma, I.; Santos, P.P.; Santos, M. e Verde, J. 2014. DISASTER: A GIS database on hydro-geomorphologic disasters in Portugal. *Nat Hazards* 72:503–532. doi: 10.1007/s11069-013-1018-y